干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

甘肃武威站新旧址风速资料对比分析

杨晓玲[1,2]， 李兴宇[1]， 李岩瑛[1,2]， 王胜[2]

(1 甘肃省武威市气象局,甘肃 武威 733099;
2 中国气象局兰州干旱气象研究所,甘肃省干旱气候变化与减灾重点开放实验室,甘肃 兰州 730020)

摘 要: 为了科学合理地利用台站搬迁前后的气象资料,根据甘肃武威国家基本气象站2006—2018年新、旧址风速对比观测数据,采用均值和方差显著性检验、相关系数与线性回归等统计方法,对比分析了新、旧址风速变化特征、差异性及产生原因。结果表明:新、旧址风速均呈减小趋势,平均、极大风速的递减率新址大于旧址,最大风速的递减率新址小于旧址。新址与旧址对比观测风速多数存在正风差,造成风速差异的主要原因是迁址前后观测场周边环境、地理位置及海拔高度等的不同。方差和均值检验风速差异的显著性不一致,前者检验差异不显著,后者检验多数差异显著。新、旧址风速存在明显的正相关,相关系数多数通过了显著性检验。各月线性回归方程非常显著,经 F 检验通过了 $\alpha=0.01$ 显著水平检验,回归订正后,风速差异明显减小,说明新、旧址风速在统计应用可合并。本研究将为台站迁移、预报预测、气象服务、科研研究和大型工程建设等提供科学参考依据。

关 键 词: 基本站; 风速; 对比分析; 武威

文章编号:

甘肃武威国家基本气象站(简称武威站,区站号52679)建址于1937年,由于各种原因,曾先后两次迁址,最近一次是由于城市建设不断扩展,现旧址(1962年10月~2017年12月)由于城市扩建、周围建筑物增多和增高使气象资料的准确性、代表性受到较大影响,旧址观测环境已不符合《地面气象观测规范》[1]的要求。为了改善地面观测环境,进行了站址搬迁,以保证观测资料的可用性和比较性[2]。2017年武威站搬迁至武威市凉州区清源镇发展村武威农业气象试验站院内(武威农业气象试验站是中国气象局2005年首批的7个生态试点站之一,2006年1月1日起开始了气温、降水、风速等常规要素的观测)。2018年1月1日武威站新址正式启用,旧址被作为区域站部分常规资料(气温、降水、风速等)仍在观测。

台站迁站后,观测环境(地理位置、海拔高度及周围环境)的改变必然会影响到观测资料的连续性、均一性,关于这一点,很多学者做了相关研究[3-11],通过对比分析迁站前后观测资料的差异,更合理地使用迁站前后气象资料,避免在使用过程中的资料不连续而产生错误结果;石登科等对台站迁址前后长序列资料进行了均一性研究,为资料的订正提供了依据[12-14]。武威站迁址后,也急需对资料的连续性、均一性和可用性进行分析,本文以武威站2006—2018年新、旧址风速平行观测资料为基础,分析了新、旧址风速变化趋势,对比探讨了新、旧址风速差异及产生原因,并对其进行了订正,可为今后台站迁移、气象服务、科研研究和大型工程建设等合理使用气象资料提供科学参考依据。

1 新、旧址环境概况

武威站现旧址位于甘肃省武威市凉州城区东门外高坝镇新关村(城郊),已使用56 a。近年来,由于城市不断的扩大和扩建,观测场周围建筑物增多增高,恶化了气象探测环境,严重影响了观测资料的质量,探测环境评估目前仅得73.6分,评估得分

收稿日期: 2020-01-08; **修订日期:** 2020-04-11
基金项目: 国家自然科学重点基金项目(41630426);干旱气候科学研究基金项目(IAM202016)资助
作者简介: 杨晓玲(1971-),女,甘肃民勤人,理学学士,高级工程师,主要从事天气预报及气候变化研究工作. E-mail: wwqxj6150343@163.com.

没有达到《地面气象观测规范》的标准。新址位于旧址东面武威市凉州区清源镇发展村(乡村),新址海拔比旧址高8.7 m,新、旧址地理位置变化不大,两址直线距离约18.7 km(表1),均处在城区下风方。新址地势平坦、视野开阔、气流畅通,周边永久性人为建筑少,探测环境评估得90.1分,且地形、地貌、土壤、植被等自然因素与旧址初建时情形基本相似,属林业用地,观测环境稳定可靠,可以代表旧址探测区域内的天气气候状况,探测资料对当地气候状况具有良好的代表性,满足《地面气象观测规范》中对气象观测站周围环境的要求。

表1 武威站新、旧址地理环境对比

Tab.1 Contrast of geographical environment of the new and old stations in Wuwei City

项目	海拔高度/ m	经度/ E	纬度/ N	地理环境
新址	1 540.2	102°52′	37°53′	乡村
旧址	1 531.5	102°40′	37°55′	城郊

2 资料统计与研究方法

选取2006~2018年武威站新、旧址同期逐日风速资料,统计月和年平均、最大、极大风速。日平均风速是指2:00、8:00、14:00、20:00四个整点观测风速的平均值,日最大风速指一日内任意10 min内平均风速的最大值,日极大风速指一日内任意瞬时风速的最大值[1]。

采用线性趋势回归方法,分析年风速变化趋势[15]:x_i为样本量n的气候变量,t_i表示x_i所对应时间,建立x_i和t_i之间的一元线性回归方程:$x_i=a+bt_i$,$i=1,2,3,\cdots,n$,其中,b为气候倾向率,b反映了风速增大或减小的速率。运用时间t与变量x之间的相关系数进行变化趋势的显著性检验。采用F检验和T检验法[15],分析新、旧址风速方差和均值差异的显著性;运用相关系数法和一元线性回归法[16],分析新、旧址风速的相关程度以及连续性和均一性。

3 风速对比分析

3.1 年风速对比

由图1可知,武威站新、旧址年平均、最大风速差均为正值,新、旧址年平均风速差值在0.3~0.5 m·s^{-1},差值最大在2006—2008年和2017年,最小在2010年和2014年;年最大风速差值在0.2~3.1 m·s^{-1},差值最大在2018年,最小在2013年;极大风速由于出现在一瞬间,存在偶然性,与平均、最大风速差值不同,其中,2009年、2010年、2013年、2015年和2016年为旧址大于新址,其余8 a为新址大于旧址,差值在−2.9~3.4 m·s^{-1},差值最大在2017年,最小在2015年。

用线性趋势回归方法分析武威站新、旧址年风速的变化趋势发现,年平均、最大、极大风速均呈减小趋势(表2),这与王毅荣等[17]、李振朝等[18]分析的河西走廊和何毅等[19]研究的南北疆风速普遍呈现减小趋势结论一致。主要由于全球气候变暖使冷空气强度减弱和频次减少,这可能是风速减小的主要原因之一[20-22]。其中,旧址平均和最大风速的气候趋势系数通过了α = 0.01的显著性水平检验,减少趋势很显著;新址平均风速的气候趋势系数通过

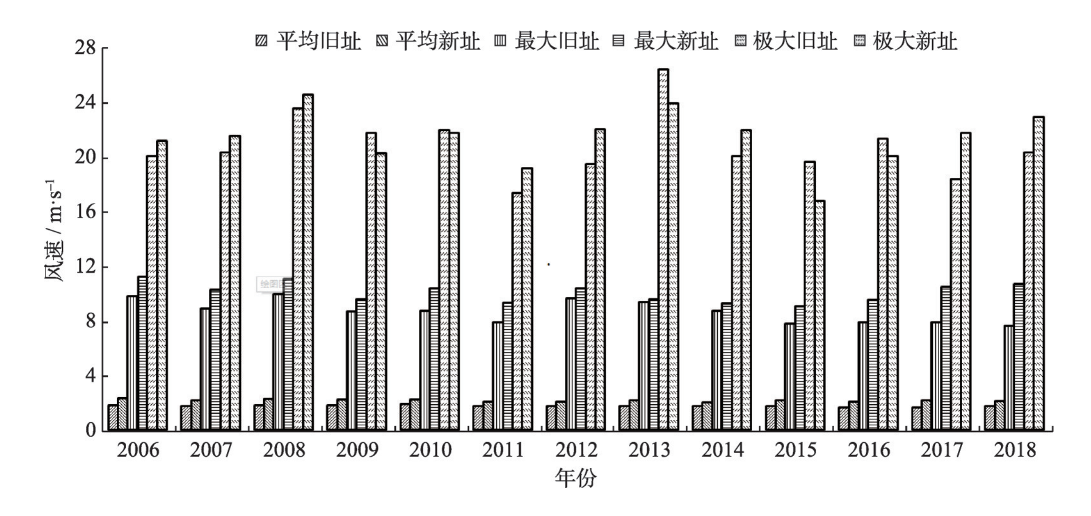


图1 武威站新、旧址逐年风速

Fig.1 Annual wind speed of the new and old stations in Wuwei City, Gansu Prouince

表2 武威站新、旧址年风速的均值、气候倾向率及趋势系数

Tab.2 Average value and climate tendency rates and trend coefficient of annual wind speed of the new and old stations in Wuwei City

项目	新址			旧址		
	平均	最大	极大	平均	最大	极大
均值 / m·s^{-1}	2.1	10.1	21.4	1.7	8.7	20.9
倾向率 / m·s^{-1}·(10 a)$^{-1}$	−0.152	−0.647	−0.989	−0.143	−1.520	−0.632
趋势系数	−0.639	−0.352	−0.166	−0.669	−0.714	−0.121

了α = 0.05的显著性水平检验，减少趋势显著；新、旧址极大风速和新址最大风速的气候趋势系数没有通过显著性水平检验，减少趋势不显著。

3.2 月风速对比

表3显示，新、旧址各月平均、最大、极大风速差为正值（除6、7月极大风速外），说明月风速新址明显大于旧址，新、旧址月平均风速差值在0.3～0.6 m·s^{-1}，差值最大在4～5月，最小在1～2月、7～9月和11～12月；月最大风速差值在0.5～2.4 m·s^{-1}，差值最大在3月，最小在8月；月极大风速差值在−2.5～2.0 m·s^{-1}，差值最大在9月，最小在6～7月。说明冷暖空气转换交替的春季两地风速差异最大，但极大风速有一定的不确定性。由表3还可看出，从冬季向春季1～5月各平均、最大、极大风速有一个逐渐增大的趋势，之后趋于减小。

3.3 日风速对比

选取正式搬迁后2018年典型月风速最大的5月和风速最小的12月为代表，对新、旧址平均、最大、极大风速进行日变化对比分析。由图2可知，5月和12月新、旧址平均、最大、极大风速总体上为新址大于旧址，两条曲线变化具有同步性，但5月两条曲线差异较明显，新、旧址日平均、最大、极大风速最大差值分别为2.8 m·s^{-1}、5.6 m·s^{-1}、6.5 m·s^{-1}；12月两条曲线相对比较靠近，新、旧址日平均、最大、极大风速最大差值分别为1.9 m·s^{-1}、5.1 m·s^{-1}、4.6 m·s^{-1}。

4 新、旧址风速差异显著性、相关性及回归分析

4.1 方差显著性检验

统计新、旧址各月平均、最大、极大风速的方差和自由度，并进行F检验，给定信度α=0.05时，F_α值为4.18，从表4计算结果F值可以看出，$F < F_\alpha$，表明新、旧址各月平均、最大、极大风速方差无显著差异。

4.2 均值显著性检验

统计新、旧址各月平均、最大、极大风速的均值和自由度，并对其差异进行T检验，给定信度α = 0.05，T_α值为2.04，从表5计算结果T值可以看出，平均风速除了9月$|T| < T_\alpha$外，其他各月$|T| > T_\alpha$，差异显著；最大风速7～9月、11月$|T| < T_\alpha$，差异不显著，其

表3 武威站新、旧址各月风速及差值

Tab.3 Month wind speed and its difference value of the new and old stations in Wuwei City

	平均风速 / m·s^{-1}			最大风速 / m·s^{-1}			极大风速 / m·s^{-1}		
	新址	旧址	差值	新址	旧址	差值	新址	旧址	差值
1月	1.8	1.4	0.3	9.9	9.1	0.8	15.6	14.1	1.5
2月	2.0	1.6	0.3	12.2	10.7	1.5	19.8	18.1	1.7
3月	2.3	1.8	0.5	13.7	11.3	2.4	21.7	20.1	1.6
4月	2.7	2.1	0.6	15.6	14.2	1.4	23.0	22.0	1.0
5月	2.7	2.1	0.6	17.0	15.5	1.5	24.6	23.6	1.0
6月	2.4	1.9	0.4	12.2	11.1	1.1	18.9	21.4	−2.5
7月	2.3	1.9	0.3	14.9	13.7	1.2	24.0	26.5	−2.5
8月	2.1	1.7	0.3	12.9	12.4	0.5	22.1	21.8	0.3
9月	1.9	1.6	0.3	12.0	11.4	0.6	20.0	18.0	2.0
10月	1.9	1.5	0.4	11.2	10.5	0.7	18.2	18.1	0.1
11月	1.9	1.5	0.3	13.4	12.1	1.3	21.6	20.4	1.2
12月	1.7	1.4	0.3	13.1	12.0	1.1	18.1	18.0	0.1

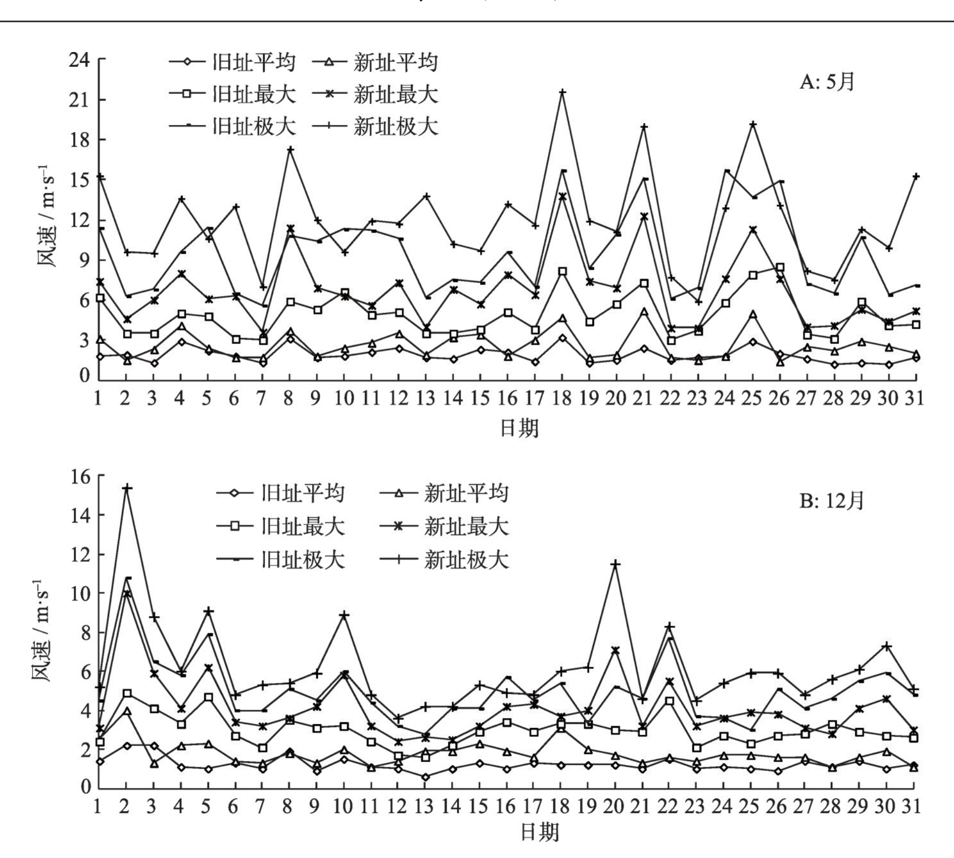


图2 武威站新、旧址典型月逐日风速

Fig.2 Daily wind speed of typical month of the new and old stations in Wuwei City

表4 武威站新、旧址各月风速方差的*F*计算值及自由度

Tab.4 Calculated value *F* of month wind speed variance and freedom of the new and old stations in Wuwei City

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均	2.24	1.34	1.30	2.89	3.58	1.29	1.92	0.85	0.91	3.73	2.86	2.94
最大	2.87	1.15	1.86	2.87	2.57	1.15	1.22	1.45	0.92	1.38	4.00	4.03
极大	1.15	0.71	0.89	1.33	1.38	1.17	0.76	1.20	0.92	0.86	1.52	2.22
自由度	30	27	30	29	30	29	30	30	29	30	29	30

表5 武威站新、旧址各月风速均值的*T*计算值及自由度

Tab.5 Calculated value *T* of month wind speed mean value and freedom of the new and old stations in Wuwei City

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均	7.11	10.94	10.42	4.41	4.31	3.36	2.89	2.07	1.51	7.47	3.70	9.07
最大	4.00	5.95	3.35	2.07	2.06	2.87	1.18	1.35	1.93	4.90	1.14	3.03
极大	2.31	1.39	1.82	2.05	1.41	1.39	−0.14	0.30	0.68	2.39	0.86	1.74
自由度	30	27	30	29	30	29	30	30	29	30	29	30

他月份$|T| > T_\alpha$，差异显著；极大风速1月、4月、10月$|T| > T_\alpha$，差异显著，其他月份$|T| < T_\alpha$，差异不显著。由此可知，迁站前后风速资料不能连续使用，必须采用一定的方法订正处理后，才可合并统计或进行分段统计使用。

4.3 相关与回归分析

计算新、旧址各月风速的相关系数（表6），两地风速呈明显正相关性，其中，相关系数极大风速最大，最大风速次之，平均风速相对较小。各月最大、极大风速的相关系数通过了$\alpha = 0.01$的显著性水平检验；平均风速相关系数10月和12月未通过显著性水平检验，1～2月通过了$\alpha = 0.1$的显著性水平检验，3月和9月通过了$\alpha = 0.05$显著性水平检验，其他月通过了$\alpha = 0.01$的显著性水平检验。可认为新、

表6 武威观测站新、旧址各月风速回归方程和相关系数

Tab.6 Regression equation and relevant coefficient of month wind speed of the new and old stations in Wuwei City

	平均	相关系数	最大	相关系数	极大	相关系数
1月	$y = 0.332x+0.872$	0.497	$y = 0.471x+1.271$	0.797	$y = 0.845x+0.440$	0.865
2月	$y = 0.417x+0.671$	0.483	$y = 0.637x+0.654$	0.682	$y = 0.989x-0.676$	0.834
3月	$y = 0.508 +0.355$	0.578	$y = 0.670x+0.503$	0.913	$y = 0.927x-1.069$	0.874
4月	$y = 0.442x+0.730$	0.752	$y = 0.527x+1.297$	0.894	$y = 0.802x+0.184$	0.926
5月	$y = 0.366x+0.935$	0.692	$y = 0.485x+1.645$	0.777	$y = 0.572x+2.602$	0.671
6月	$y = 0.603x+0.566$	0.684	$y = 0.624x+1.659$	0.668	$y = 0.579x+2.768$	0.626
7月	$y = 0.568x+0.719$	0.786	$y = 0.713x+1.454$	0.788	$y = 0.966x+0.443$	0.843
8月	$y = 0.789x+0.266$	0.726	$y = 0.665x+1.878$	0.801	$y = 0.664x+2.446$	0.728
9月	$y = 0.550x+0.636$	0.526	$y = 0.760x+0.382$	0.728	$y = 0.692x+1.403$	0.662
10月	$y = 0.181x+1.028$	0.350	$y = 0.591x+0.747$	0.693	$y = 0.778x+0.256$	0.720
11月	$y = 0.428x+0.668$	0.724	$y = 0.457x+1.376$	0.915	$y = 0.771x+0.505$	0.950
12月	$y = 0.204x+0.861$	0.349	$y = 0.376x+1.426$	0.756	$y = 0.552x+1.531$	0.822

旧址各月平均、最大、极大风速之间均存在线性关系。

以新址风速作为自变量，旧址风速作为因变量，建立了各月直线回归方程（表6）。对各月平均、最大、极大风速的回归方程进行F检验，以$\alpha = 0.01$为显著水平，自由度为$n-2$，计算得出F值均大于查F值表临界值F_α(7.598)，说明各月线性回归方程非常显著。方程经回代检验发现，平均、最大、极大风速序列订正后平均绝对差值分别在0.2～0.5 m·s^{-1}、0.4～0.9 m·s^{-1}、0.7～1.8 m·s^{-1}，比订正前平均、最大、极大风速平均绝对差值（0.3～1.3 m·s^{-1}、0.8～2.1 m·s^{-1}、0.5～2.5 m·s^{-1}）明显减小。因此，可以认为回归订正后，新址风速资料与旧址风速资料具有均一性、连续性特征，可合并统计应用，对预报业务和科研研究影响较小。

5 新、旧址风速差异原因

从新、旧址各月风速差值对比来看，新址风速较旧址偏大，导致新、旧址风速差异的原因有多个方面，最主要是观测环境和海拔高度发生了变化。

5.1 观测环境

观测环境的改变是造成观测数据差异的主要因子[23-26]。新、旧址相距18.7 km，新址位于荒漠地带，四周空旷，无高大建筑物，遮挡物少，对风的阻挡较小，风速较大；而近10 a来，旧址周围逐渐被住宅等建高层筑物包围，建筑物增多、增高等对风速起到了阻挡作用，风速相对较小，这与郭小芹等[27]、孙成访等[28]、李红军等[29]研究的较为一致。另外，旧址周围建高层筑物大量增加，已从“郊区”逐渐变为“城区”，“城市热岛效应”明显，旧址气温比新址升高快，汪宗成等[30]研究发现气温升高在一定程度上会造成风速的减小，因此，“城市热岛效应”也是造成旧址风速较新址小的原因之一。

5.2 海拔高度

新、旧址的观测场海拔高度不同，风速会有一定的差异。根据风速随海拔高度变化造成的差异公式[28,31]：$V=V_0(H/H_0)^m$，其中，V_0为已知高度H_0处的风速，V为推算高度H处的风速，据文献[32]研究指出，在田野、乡村和城市郊区幂指数m取0.16。将新址高度风速订正到旧址高度后，再与旧址风速进行比较，日平均、最大、极大风速的绝对差值分别为0.3～0.7 m·s^{-1}、0.7～1.4 m·s^{-1}、0.8～2.4 m·s^{-1}，比没有订正的差值（0.4～0.9 m·s^{-1}、1.0～2.0 m·s^{-1}、1.0～3.1 m·s^{-1}）明显减小了，即海拔高度对风速有明显的影响。

6 结 论

武威市新、旧址年平均、最大和极大风速均呈减小趋势，新、旧址年、月和日平均、最大、极大风速的差值多数为正值，从冬季向春季1～5月平均、最大、极大风速有一个逐渐增大的趋势，之后趋于减小；新、旧址典型月平均、最大和极大风速日变化曲线具有同步性。新、旧址风速资料差异的主要由是新、旧址探测环境、海拔高度、地形地貌的不同及城市热岛效应等多方面因素造成，观测环境和海拔高

度的不同引起风速差异的主要原因。

新、旧址月平均、最大、极大风速的方差经F检验发现，无显著差异；新、旧址月平均、最大、极大风速的均值经T检验发现，风速资料不能连续使用。新、旧址月平均、最大、极大风速具有较好的正相关性，月平均、最大、极大风速的相关系数多数通过了显著性水平检验，且存在线性关系。以新址风速作为自变量，旧址风速作为因变量，建立各月直线回归方程，经F检验，各月回归方程非常显著，方程回代检验后发现，回归订正后，新、旧址风速资料具有均一性、连续性，可合并统计应用。

本研究不仅分析了武威市新、旧址风速的变化趋势以及新、旧址风速差异及产生差异的原因，跟以往的研究不同的是还对新、旧址风速进行了可用性和均一性订正，避免了因为风速资料的非均一性和不连续性造成研究结果的错误，可为今后台站迁移、气象服务、科研研究和大型工程建设等合理使用气象资料提供科学的参考依据。

参考文献(References)

[1] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 2003: 7-9. [China Meteorological Administration. Specification for ground meteorological observation[M]. Beijing: Meteorological Press, 2003: 7-9.]

[2] 秦大河. 气象探测环境和设施保护办法[M]. 北京: 气象出版社, 2004. [QIN Dahe, Measures for meteorological observation environment and facilities protection[M]. Beijing: Meteorological Press, 2004.]

[3] 李又君, 梁国坚, 杨士恩, 等. 气象站迁站前后气温同期观测资料对比[J]. 气象科技, 2010, 38(5): 599-604. [LI Youjun, LIANG Guojian, YANG Shien, et al. Comparative analysis of synchronously observed temperature measurements before and after station move[J]. Meteorological Science and Technology, 2010, 38(5): 599-604.]

[4] 卞韬, 任国玉, 连志鸾, 等. 石家庄城市与郊县站地面平均最低、最高气温差异[J]. 气象科技, 2010, 38(6): 721-726. [BIAN Tao, REN Guoyu, IAN Zhiluan, et al. Maximum and minimum temperature differences between rural and urban stations in Shijiazhuang area[J]. Meteorological Science and Technology, 2010, 38(6): 721-726.]

[5] 周昊楠, 陈晓燕, 王秋香. 昌吉站迁站对温压降水要素影响的分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2010, 4(5): 40-43. [ZHOU Haonan, CHEN Xiaoyan, WANG Qiuxiang. The influence of relocation of changji station on temperature, air-pressure and precipitation[J]. Desert and Oasis Meteorology, 2010, 4(5): 40-43.]

[6] 刘卫平, 魏文寿, 王晓梅, 等. 北疆气象探测环境的变化对气温序列的影响[J]. 沙漠与绿洲气象, 2012, 6(5): 1-6. [LIU Weiping, WEI Wenshou, WANG Xiaomei, et al. Effects of the change of environment around meteorological observing stations on temperature series in northern Xinjiang[J]. Desert and Oasis Meteorology, 2012, 6(5): 1-6.]

[7] 孙蕾, 伏晓慧, 张金柱. 迁站和仪器更换对阿拉山口风速资料的影响分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2014, 8(2): 65-69. [SUN Lei, FU Xiaohui, ZHANG Jinzhu. Influence of station and instruments change on wind speed data in Alashankou[J]. Desert and Oasis Meteorology, 2014, 8(2): 65-69.]

[8] 王秋香, 刘叶, 古丽格娜, 等. 气象站迁站距离及海拔高差对新旧址资料差异的影响[J]. 沙漠与绿洲气象, 2015, 9(3): 1-6. [WANG Qiuxiang, LIU Ye, Guligena, et al. Impact analysis on data difference caused by the migration distance and elevation difference between the new and old station[J]. Desert and Oasis Meteorology, 2015, 9(3): 1-6.]

[9] 高亭亭, 罗聪, 王四化, 等. 广州国家基本站新旧址气象要素差异分析[J]. 广东气象, 2011, 33(4): 57-59, 62. [GAO Tingting, LUO Cong, WANG Sihua, et al. Analysis on the difference of meteorological elements between the new and old sites of Guangzhou national basic station[J]. Guangdong Meteorology, 2011, 33(4): 57-59, 62.]

[10] 贾小琴, 孙玉莲, 蔡广珍, 等. 康乐气象站迁移前后地温同期观测资料对比分析及订正[J]. 干旱气象, 2014, 32(5): 866-871. [JIA Xiaoqin, SUN Yulian, CAI Guangzhen, et al. Comparison and revision of synchronous ground temperature between the new and old meteorological observation stations in Kangle of Gansu Province[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(5): 866-871.]

[11] 王秋香, 刘卫平, 刘叶, 等. 吐鲁番气象站迁移前后资料的差异分析[J]. 干旱区地理, 2016, 39(1): 22-32. [WANG Qiuxiang, LIU We-ping, LIU Ye, et al. Discrepancy analysis of meteorological data before and after station migration in extreme drought region: A case of Turpan Station in eastern Xinjiang[J]. Arid Zone Geography, 2016, 39(1): 22-32.]

[12] 石登科, 崔学祯. 甘肃临夏人工与自动气象站气温观测差异对比及均一性研究[J]. 干旱气象, 2008, 26(4): 71-74. [SHI Dengke, CUI Xuezhen. Study on difference and homogeneity of temperature between AWS and manual observation in Linxia of Gansu Province[J]. Journal of Arid Meteorology, 2008, 26(4): 71-74.]

[13] 王秋香, 周昊楠, 陈晓燕. 单站资料均一性对本地气候资料趋势结果的影响[J]. 沙漠与绿洲气象, 2010, 4(4): 1-5. [WANG Qiuxiang, ZHOU Haonan, CHAU Xiaoyan. The influence of homogeneity of single-station on trends in local climate data[J]. Desert and Oasis Meteorology, 2010, 4(4): 1-5.]

[14] 周昊楠, 王秋香, 华烨. 乌鲁木齐逐月气温资料均一性检验和订正[J]. 沙漠与绿洲气象, 2012, 6(1): 27-30. [WANG Qiuxiang, ZHOU Haonan, HUA Ye. Homogenization examination and correc-

tions of urumqi monthly Air temperature data[J]. Desert and Oasis Meteorology, 2012, 6(1): 27–30.]

[15] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法[M]. 北京: 气象出版社, 2004: 20–207. [HUANG Jiayou. Meteorological statistical analysis and forecasting methods[M]. Beijing: Meteorological Press, 2004: 20–207.]

[16] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 2000: 27–28. [WEI Fengying. Modern climatic statistical diagnosis and prediction technology[M]. Beijing: Meteorological Press, 2000: 27–28.]

[17] 王毅荣, 张存杰. 河西走廊风速变化及风能资源研究[J]. 高原气象, 2006, 25(6): 1196–1202. [WANG Yirong, ZHANG Cunjie. Changes of wind speed and wind energy over Gansu Corridor[J]. Plateau Meteorology, 2006, 25(6): 1196–1202.]

[18] 李振朝, 韦志刚, 高荣. 近50年河西绿洲地面风的时空变化特征[J]. 高原气象, 2004, 23(2): 259–263. [LI Zhenchao, WEI Zhigang, GAO Rong. Spatial and temporal characters of surface wind in Gansu Corridor oasis in recent 50 years[J]. Plateau Meteorology, 2004, 23(2): 259–263.]

[19] 何毅, 杨太保, 陈杰, 等. 1960–2013年南北疆风速变化特征分析[J]. 干旱区地理, 2015, 38 (2): 249 – 259. [HE Yi, YANG Taibao, CHEN Jie, et al. Wind speed change in north and south Xinjiang from 1960 to 2013[J]. Arid Land Geography, 2015, 38(2): 249–259.]

[20] GUO H, XU M, HU Q. Changes in near surface wind speed in China: 1969–2005[J]. International Journal of Climatology, 2011, 31 (3): 349–358.

[21] 张志斌, 杨莹, 张小平, 等. 我国西南地区风速变化及其影响因素[J]. 生态学报, 2014, 34(2): 471–481. [ZHANG Zhibin, YANG Ying, ZHANG Xiaoping, et al. Wind speed changes and its influencing factors in southwestern China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(2): 471–481.]

[22] 道然·加帕依, 车罡. 新疆东部地区风速的年代际变化及其成因[J]. 干旱气象, 2008, 26(3): 14–21. [JAPAY Dawran, CHE Cang. Inter–decadal variation characteristics of wind speed in east Xinjiang[J]. Journal of Arid Meteorology, 2008, 26(3): 14–21.]

[23] 薛筝筝, 郭建侠, 薛禄宇, 等. 密云气象站探测环境对风观测影响的定量评估[J]. 热带气象学报, 2016, 32(1): 137–144. [XUE Zhengzheng , GUO Jianxia, XUE Luyu, et al. Quantitative impact assessment of observational environment around Miyun station on wind observation the influence of the detecting on wind in meteorological[J]. Journal of Tropical Meteorology, 2016, 32(1): 137–144.]

[24] 刘峰, 张瑾文. 江川站近50 a观测要素变化与探测环境变化浅析[J]. 贵州气象, 2013, 37(2): 6–10. [LIU Feng, ZHANG Jinwen. Analysis on the changes of observation elements and detection environment in Jiangchuan station in the past 50 years[J]. Journal of Guizhou Meteorology, 2013, 37(2): 6–10.]

[25] 秦榕, 姚作新, 杨艳玲, 等. 探测环境改变对新疆吐鲁番地区辐射观测的影响分析[J]. 湖北农业科学, 2016, 55(21): 5483–5487. [QIN Rong, YAO Zuoxin, YANG Yanling, et al. Impact analysis of the detection environment change on the observation of irradiance in Turpan, Xinjiang[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2016, 55(21): 5483–5487.]

[26] 刘学锋, 江滢, 任国玉, 等. 河北城市化和观测环境改变对地面风速观测资料序列的影响[J]. 高原气象, 2009, 28(2): 433–439. [LIU Xuefeng, JIANG Ying, REN Guoyu, et al. Effect of urbanization and observation environment changeon wind speed trend in Hebei Province, China[J]. Plateau Meteorology, 2009, 28(2): 433–439.]

[27] 郭小芹, 丁文魁, 钱莉, 等. 祁连山东北缘最大风速气候特征[J]. 干旱区地理, 2015, 38(3): 446–453. [GUO Xiaoqin, DING Wenkui, QIAN Li, et al. Climatic characteristics of maximum wind speed in the northern margin of Qilian Mountain[J]. Arid Land Geography, 2015, 38(3): 446–453.]

[28] 孙成访, 董汉雄, 胡志炜. 兰新铁路百里风区挡风墙设计[J]. 铁道建筑, 2009, 49(6): 95–96. [SUN Chengfang, DONG Hanxiong, HU Zhiwei. Railway construction design of windshield wall in Baili wind area of Lanxin railway [J]. Railway Building, 2009, 49(6): 95–96.]

[29] 李红军, 赵勇, 霍文, 等. 新疆“百里、三十里风区”铁路沿线设计风速研究[J]. 干旱区地理, 2011, 31(6): 941–948. [LI Hongjun, ZHAO Yong, HUO Wen, et al. Design wind speed along “Baili railway in and Sanshili wind area,” Xinjiang[J]. Arid Land Geography, 2011, 31(6): 941–948.]

[30] 汪宗成, 杨晓玲, 李天江, 等. 武威市平均风速变化特征及其对气候变暖的响应[J]. 江西农业学报, 2018, 30(12): 70–75. [WANG Zongcheng, YANG Xiaoling, LI Tianjiang, et al. Variation characteristics of average wind speed and it response on climate warming in Wuwei City[J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2018, 30(12): 70–75.]

[31] 汪权, 王建国, 张鸣祥. 随机风速场的数值模拟及高层建筑风振控制[J]. 控制理论与应用, 2009, 26(6): 613–618. [WANG Quan, WANG Jianguo, ZHANG Mingxiang. Numerical simulation of stochastic wind field and wind vibration control for high buildings[J]. Control Theory & Applications, 2009, 26(6): 613–618.]

[32] 国世友, 周振伟, 刘春生. 用风廓线指数律模拟风速随高度变化[J]. 黑龙江气象, 2008, 25(增刊): 20–22. [GUO Shiyou, ZHOU Zhenwei, LIU Chunsheng. Using wind profile index law to simulate the change of wind speed with height[J]. Heilongjiang Meteorology, 2008, 25(Supp): 20–22.]

Contrast analysis of the wind speed data of the new and old station in Wuwei City, Gansu Province

YANG Xiao-lingi[1,2], LI Xing-yu[1], LI Yan-ying[1,2], WANG Sheng[2]

(1 *Wuwei Meteorological Bureau of Gansu Province, Wuwei* 733099, *Gansu, China;*

2 *Key laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Key Open Laboratory of Arid Climatic Change and Disaster Reduction of CMA, Lanzhou* 730020, *China*)

Abstract: to the purpose of this study is to make reasonable scientific use of meteorological data before and after station relocation. Based on a comparative observation wind speed data from the new and old national basic meteorological stations in Wuwei, Gansu Province, from 2006 to 2018, the variation characteristics and differences of wind speeds between the old and new stations and its causes were compared and analyzed using statistical methods such as mean and variance significance, correlation coefficient, and linear regression. The results of this study demonstrate that wind speeds show a decreasing trend at both the new and old stations, that the decline rate of the average and extreme maximum wind speeds are higher for the new station , and that the decline rate of maximum wind speed is lower for the new station. The analysis also found differences of wind speeds between the new and old stations, with annual differences of mean, maximum, and extreme maximum wind speed of 0.3 ~ 0.5 $m \cdot s^{-1}$, 0.2 ~ 3.1 $m \cdot s^{-1}$, and −2.9 ~ 3.4 $m \cdot s^{-1}$, respectively. The monthly differences are 0.3 ~ 0.6 $m \cdot s^{-1}$, 0.5 ~ 2.4 $m \cdot s^{-1}$, and −2.5 ~ 2.0 $m \cdot s^{-1}$, respectively, and the daily differences for a typical day in May are 2.8 $m \cdot s^{-1}$, 5.6 $m \cdot s^{-1}$, and 6.5 $m \cdot s^{-1}$, respectively, and for a typical December day they are 1.9 $m \cdot s^{-1}$, 5.1 $m \cdot s^{-1}$, and 4.6 $m \cdot s^{-1}$, respectively. The main reasons for the wind speed differences are differences in the surrounding environment, geographical location, and altitude of the observation stations before and after relocation. The mean and variance significance tests of wind speed differences are inconsistent, with the variance test difference being not significant and the mean test difference being mostly significant. There are obvious positive correlations in wind speed between the new and old stations, most of which have correlation coefficients that pass the significance test. The monthly linear regression equations are very significant and pass the test of an α= 0.01 significance level by the F test. Wind speed differences are obviously reduced after the regression correction, indicating that the wind speeds of the new and old stations can be combined in a statistical application. This study provides scientific reference for station migration, prediction, meteorological services, scientific research, and large-scale engineering construction.

Key words: basic station; wind speed; comparative analysis; Wuwei